

KHẢO SÁT ĐẶC TÍNH HÓA HỌC MÔI TRƯỜNG NƯỚC Ở VÙNG NGOẠI BIÊN VÀ VÙNG LỐI VƯỜN QUỐC GIA U MINH HẠ - CÀ MAU

Trần Nguyễn Hải, Nguyễn Mỹ Hoa và Võ Thị Gương¹

¹ Khoa Nông nghiệp và Sinh học Ứng dụng, Trường Đại học Cần Thơ

Thông tin chung:

Ngày nhận: 09/01/2013

Ngày chấp nhận: 19/06/2013

Title:

Chemical characteristics of water environment in the surroundings area and in the core zone at U Minh Ha National Park in Ca Mau province

Từ khóa:

Hóa học nước, rừng than bùn, rừng than bùn bị cháy, Fe^{2+} , Al^{3+} hòa tan trong nước, vườn quốc gia U Minh Hạ

Keywords:

Chemical characteristics of water environment, burnt peat forest, peat forest, soluble Fe^{2+} , soluble Al^{3+} in water, U Minh Ha National Park

ABSTRACT

Forest fire and different water management in the dry season may have strong impact on water environmental characteristics in U Minh Ha national reserve in Ca Mau province, Vietnam. Therefore, this study aimed to investigate the changes of chemical characteristics of water in the core zone where water was kept submerged almost whole year and in the surroundings areas where water was drained naturally in both peat forest and burnt peat forest areas. Result showed that keeping water in submerged condition in the dry season in the core zone reduced concentration of H^+ , Fe^{2+} and Al^{3+} . However, prolonged submerged condition may affect plant growth; therefore suitable water management should be investigated in the core zone.

TÓM TẮT

Việc cháy rừng và các biện pháp quản lý nước khác nhau nhằm hạn chế cháy rừng vào mùa khô có thể làm thay đổi tính chất nước ở khu vực vùng lõi và các khu vực lân cận ở Vườn quốc gia U Minh Hạ-Cà Mau. Do đó mục tiêu của đề tài là khảo sát ảnh hưởng của các cách quản lý nước khác nhau đến tính chất nước trong đất ở khu vực rừng bị cháy và rừng không bị cháy, ở kênh trong rừng và kênh ngoài rừng ở cả vùng ngoại biên và vùng lõi. Kết quả nghiên cứu cho thấy nhìn chung việc giữ nước trong thời gian dài có lợi về một số đặc tính hóa học nước như tăng pH, giảm hàm lượng Fe^{2+} và Al^{3+} ở khu vực nghiên cứu, tuy nhiên cần nghiên cứu thêm các tác hại khác do tình trạng ngập nước kéo dài đến sự phát triển của rừng tràm để có biện pháp giữ nước hợp lý, có thể phòng chống cháy rừng trong mùa khô nhưng không gây ảnh hưởng bất lợi đến sinh trưởng của rừng tràm.

1 MỞ ĐẦU

Trong những năm gần đây, để tăng cường hiệu quả và đẩy mạnh công tác bảo vệ và phòng chống cháy rừng, các đập giữ nước đã được xây dựng ở vùng lõi vào mùa khô tại Vườn bảo tồn quốc gia U Minh Hạ - Cà Mau.

Những biện pháp này đã từng bước ngăn chặn tình trạng cháy rừng, tuy nhiên việc giữ nước ngập thường xuyên trong mùa khô cũng có những ảnh hưởng nhất định đến đặc tính nước trong khu vực. Ở khu vực vùng ngoại biên không giữ nước ngập trong mùa khô, việc thoát và giữ nước hoàn toàn tự nhiên nên có

ảnh hưởng khác nhau đến tính chất nước ở các kênh và nước trong rừng nơi đây so với khu vực vùng lõi. Do đó, mục tiêu của đề tài là khảo sát ảnh hưởng của các cách quản lý nước khác nhau đến tính chất nước trong đất ở khu vực rừng bị cháy và rừng không bị cháy, ở kênh trong rừng và kênh ngoài rừng, vùng ngoại biên và vùng lõi từ đó có biện pháp quản lý nước phù hợp nhằm tránh ảnh hưởng bất lợi đến sinh trưởng rừng tràm.

2 PHƯƠNG TIỆN VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1 Địa điểm và thời gian nghiên cứu

Mẫu nước được lấy ở các kênh và nước trong rừng thuộc vùng lõi, vùng ngoại biên thuộc Vườn quốc gia U Minh Hạ - tỉnh Cà Mau như Hình 1. Nghiên cứu được thực hiện trong thời gian từ tháng 4/2008 đến tháng 4/2009 ở các thời điểm: tháng 4/2008, tháng 5/2008, tháng 7/2008, tháng 10/2008, tháng 12/2008 và tháng 4/2009.

Mẫu nước được lấy tại các điểm như sau: (i) kênh ngoài rừng (Kênh xáng Minh Hà): ở khu vực chịu ảnh hưởng bởi sự xâm nhập mặn từ nước biển lấy hai điểm ở gần sông Ông Đốc tiếp giáp với biển và gần ngã ba về U Minh, ở khu vực chịu ảnh hưởng nước phèn đổ ra từ hệ thống kênh trong rừng lấy hai điểm ở gần trụ sở Ban Quản lý Rừng và cuối kênh Minh Hà gần cầu Đá Bạc; (ii) kênh trong rừng: ở vùng lõi mẫu nước được lấy ở hai kênh (kênh Ngang Rừng và kênh Dọc Rừng). Vùng ngoại biên mẫu nước được lấy ở kênh 23 dọc theo 6 điểm như hình 1; và (iii) nước trong rừng: ở vùng lõi và vùng ngoại biên mẫu được lấy ở cả khu vực rừng than bùn và rừng than bùn bị cháy, mẫu nước được lấy ở các vị trí như Hình 1.

2.2 Phương pháp lấy mẫu nước và phân tích mẫu

Đối với nước trong kênh (kênh trong rừng và kênh Minh Hà), mẫu nước được lấy ở tầng mặt, 3 lần lặp lại cách mỗi 3 - 4 m theo khoảng cách trong không gian, vào thời điểm mùa mưa và mùa khô, từ tháng 7/2008 đến 12/2008. Đối với nước trong rừng: mẫu nước được lấy 3 lần lặp lại cách mỗi 3 - 4 m theo khoảng cách trong không gian; mẫu lấy bên trong mũi

khoan đã lấy mẫu đất bằng ống xy-lanh hút vào mùa khô (7/2008) như Hình 2a. Vào mùa mưa (10/2008 và 12/2008), do nước ngập lên cao khoảng 40 - 60 cm trên tầng mặt nên mẫu nước được lấy sát mặt đất như hình 2b. Riêng đối với hai điểm 5 và điểm 8, do bị cháy mất tầng than bùn nên luôn trong tình trạng ngập nước. Vì thế, mẫu nước luôn được lấy sát mặt đất cả mùa mưa và mùa khô (Hình 2b).

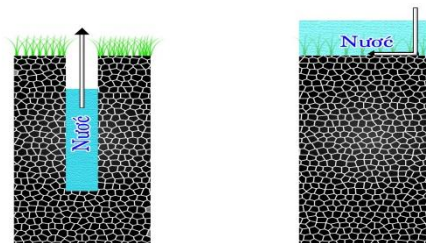
Các chỉ tiêu phân tích mẫu nước bao gồm: pH mẫu nước được xác định bằng máy đo pH Metrohm 744 và EC mẫu nước được xác định bằng máy đo EC Schott Lab 960, Al hòa tan xác định bằng phương pháp chuẩn độ, Fe^{2+} bằng phương pháp so màu, xử lý ngoài đồng bằng 2 ml HCl đậm đặc và 2 ml acid boric 4%/100 ml mẫu nước.



Hình 1: Sơ đồ địa điểm lấy mẫu nước trên bản đồ khu vực vùng ngoại biên và vùng lõi ở Vườn quốc gia U Minh Hạ - Cà Mau

Độ dày tầng than bùn ở điểm 1, 2 (30–40 cm); điểm 3, 4, 6 (50–75 cm); điểm 7 (40–60 cm)

(a) (b)



Hình 2: Cách lấy mẫu nước trong rừng

Mùa khô (a) và mùa mưa (b)

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

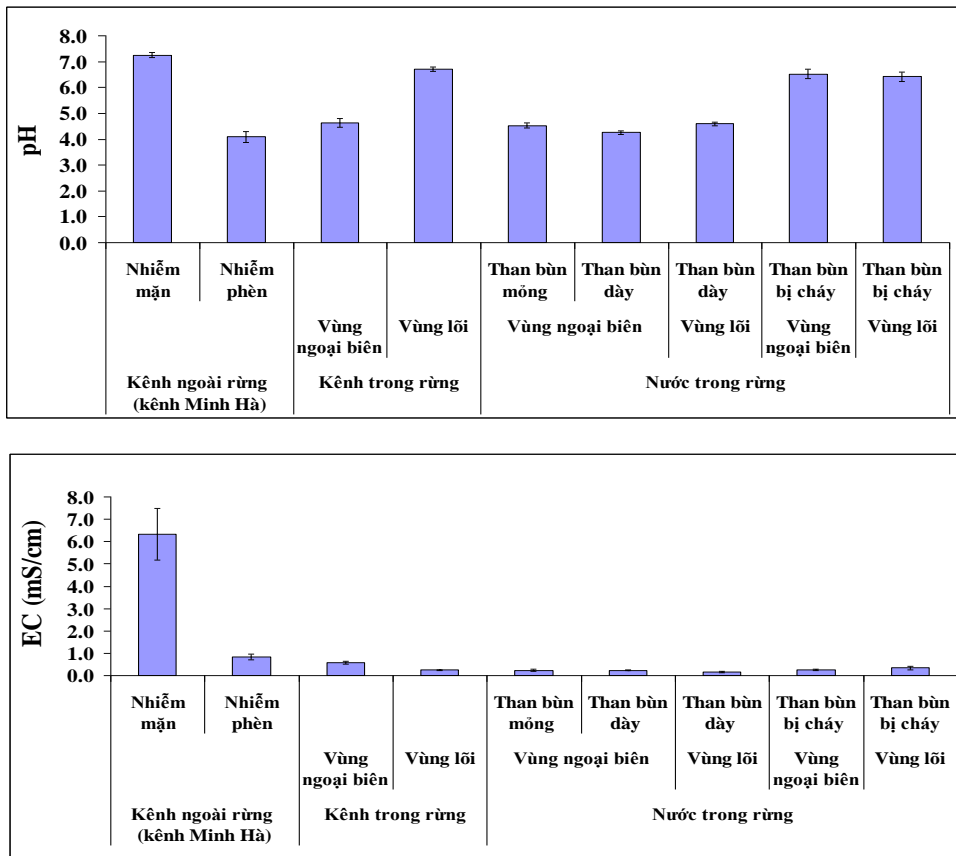
3.1 Khảo sát các chỉ tiêu hóa học trong nước Vườn quốc gia U Minh Hạ - Cà Mau theo khu vực

3.1.1 pH và EC mẫu nước

Kết quả trình bày ở Hình 3 cho thấy nước ở Kênh Minh Hà là khu vực nhiễm mặn do tiếp giáp gần sông Ông Đốc nên có pH đạt cao so với khu vực nhiễm phèn và các điểm còn lại. Đối với các kênh trong rừng, pH nước ở vùng lõi đạt cao (6,33 - 7,33) so với vùng ngoại biên (3,72 - 5,56), nguyên nhân là do tình trạng giữ nước trong vùng lõi đã làm gia tăng pH. pH nước ở tầng than bùn ở khu vực vùng lõi (4,22 - 4,66) và vùng ngoại biên (4,57 - 4,65) tương đương nhau. pH nước ở khu vực rừng than bùn bị cháy đạt cao hơn (5,82-7,08) so với vùng than bùn không bị cháy do nước ngập cao trên

bề mặt đất ở rừng than bùn bị cháy chủ yếu là nước mưa có pH ít chua. Ở khu vực than bùn bị cháy thuộc vùng lõi, nước được giữ suốt mùa khô để phòng chống cháy rừng nên độ sâu ngập nước cao hơn, độ chua bị hòa loãng do nước mưa nhiều hơn nên pH đạt cao hơn (7,08); trong khi ở khu vực than bùn bị cháy thuộc vùng ngoại biên, nước ngập so với vùng chung quanh là do mất tầng than bùn trên mặt, nhưng do vùng ngoại biên được thoát tự nhiên mực nước ngập cạn hơn, độ hòa loãng do nước mưa thấp hơn, mức độ khử trong đất thấp hơn do đó pH đạt thấp hơn (Hình 3).

Sự thay đổi EC của nước phù hợp với sự thay đổi pH nước và chỉ có EC nước kênh Minh Hà nhiễm mặn đạt cao (6,32 mS/cm), các điểm còn lại đều ở mức thấp <1 mS/cm, dao động từ 0,17 đến 0,83 mS/cm.



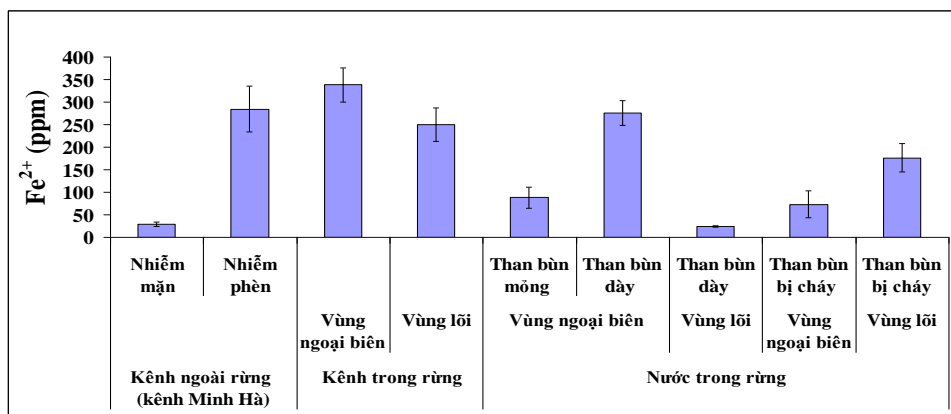
Hình 3: pH và EC (±SE) nước ở Vườn quốc gia U Minh Hạ - Cà Mau

(SE: sai số chuẩn)

3.1.2 Hàm lượng sắt nhị (Fe^{2+}) trong nước

Đối với các kênh ở khu vực ngoài rừng, do ở khu vực kênh Minh Hà bị nhiễm mặn không chịu tác động của khu vực đất phèn nên có hàm lượng Fe^{2+} trong nước kênh đạt thấp hơn (69 ppm) so với kênh Minh Hà ở khu vực nhiễm phèn (285 ppm) (Hình 4). Đối với các kênh bên trong rừng, hàm lượng Fe^{2+} biến động từ 250 ppm ở vùng lõi đến 339 ppm ở vùng ngoại biên. Hàm lượng Fe^{2+} của nước trong rừng không bị cháy đạt cao ở vùng ngoại biên (88 - 275 ppm) so với vùng lõi (24 ppm). Nguyên nhân của hàm lượng Fe^{2+} ở các kênh vùng ngoại biên đạt cao hơn vùng lõi, có thể do sự thoát nước tự nhiên, rừng có giai đoạn bị khô trong mùa khô, quá trình oxy hóa xảy ra làm pH nước đạt thấp hơn; do đó làm tăng lượng Fe^{2+} hòa tan được rửa xuống các kênh so

với vùng lõi bị ngập thường xuyên do được giữ nước trong mùa khô. Ở khu vực rừng than bùn không bị cháy nước trong rừng vùng ngoại biên có hàm lượng Fe^{2+} đạt cao hơn vùng lõi. Điều này có thể được giải thích tương tự, do sự thoát nước tự nhiên ở vùng ngoại biên nên rừng có giai đoạn bị khô trong mùa khô, quá trình oxy hóa xảy ra làm pH nước đạt thấp hơn; do đó làm tăng hàm lượng Fe^{2+} hòa tan so với vùng lõi bị ngập thường xuyên. Riêng ở khu vực rừng than bùn bị cháy, ở khu vực vùng lõi và vùng ngoại biên, nước bị ngập cả trong mùa khô do đất bị mất tầng than bùn do bị cháy nên hàm lượng Fe^{2+} trong nước khu vực vùng lõi đạt cao hơn (176 ppm) so với vùng ngoại biên (73 ppm), có thể do tình trạng ngập nước sâu ở vùng lõi đã làm gia tăng tình trạng khử mạnh hơn nên hàm lượng Fe^{2+} đạt cao hơn.



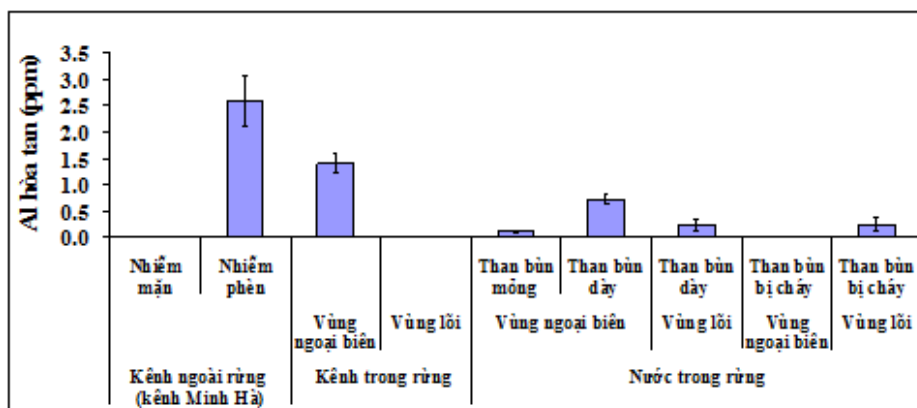
Hình 4: Hàm lượng Fe^{2+} (\pm SE) trong nước ở Vườn quốc gia U Minh Hạ

(SE: sai số chuẩn)

3.1.3 Hàm lượng nhôm hòa tan trong nước

Hàm lượng Al hòa tan ở khu vực nhiễm phèn thuộc Kênh Minh Hà, kênh trong rừng vùng ngoại biên có hàm lượng Al hòa tan đạt cao hơn (0 - 2,6 ppm) so với TCVN 5502 năm 2003 (0,5 mg/l) và WHO năm 1993 (0,2 mg/l) về giới hạn hàm lượng Al có trong nước cấp sinh hoạt. Các điểm còn lại đều đạt thấp (0 - 0,95 ppm) (Hình 5). Tuy nhiên giá trị Al hòa tan ở các điểm khảo sát đều thấp hơn rất nhiều so với hàm lượng Al hòa tan ở kênh cấp 2 (2,19 - 103,63 mg/l), kênh cấp 3 (2,27 - 74,5 mg/l) và nước thủy cấp (2,19 -

103,63 mg/l) ở khu vực đất phèn tiềm tàng, trung bình và phèn nặng ở đồng bằng sông Cửu Long (Nguyễn Mỹ Hoa, 2006). Nguyên nhân có thể do các rễ trầm phát triển trong nước phóng thích ra acid hữu cơ như citric, oxalic, tartaric, malic, malonic và succinic có thể cố định Al tự do làm giảm độc tính của Al. Kết quả này cho thấy dù pH nước kênh ở vùng nhiễm phèn đạt thấp (Hình 3), nhưng hàm lượng Al trong nước đạt thấp so với các vùng đất phèn khác, có thể do tác động cố định Al bởi các acid hữu cơ trong nước rừng trầm đã làm giảm lượng Al di động trong nước.



Hình 5: Hàm lượng nhôm hòa tan (\pm SE) ở vườn quốc gia U Minh Hạ

(SE: sai số chuẩn)

3.2 Sự biến động các chỉ tiêu hóa học trong nước Vườn quốc gia U Minh Hạ - Cà Mau theo thời gian

pH nước kênh ngoài rừng (kênh Minh Hà), kênh trong rừng đều có xu hướng tăng theo thời gian từ tháng 7 đến tháng 12 do sự hòa loãng của nước mưa làm pH nước gia tăng. pH nước trong rừng ở khu vực rừng than bùn bị cháy cả vùng lõi và vùng ngoại biên cũng có xu hướng tăng tháng 7 đến tháng 12, trong khi đó ở khu vực rừng than bùn không bị cháy ở vùng lõi và vùng ngoại biên có xu hướng giảm đến cuối mùa mưa (tháng 12), có thể do tầng than bùn trở nên khô hơn vào cuối mùa mưa, quá trình oxy hóa bắt đầu làm pH than bùn có xu hướng giảm

hơn (Hình 6).

EC kênh ngoài rừng (kênh Minh Hà) ở khu vực đầu kênh và giữa kênh nhiễm mặn đạt cao và có cùng xu hướng là giảm mạnh vào tháng 10/2009 là do ảnh hưởng của mực nước kênh cao trong mùa mưa làm giảm ảnh hưởng của sự xâm nhập của nước mặn. Cuối mùa mưa (tháng 12/2009), EC nước hai điểm này tăng mạnh là do lượng mưa và thời gian mưa thấp. Hai điểm còn lại do không bị ảnh hưởng bởi nước mặn nên EC đạt thấp hơn (0,44 - 1,36 mS/cm) và có sự biến động rất ít. EC kênh trong rừng và nước trong rừng hầu như không biến động theo thời gian, dao động từ 0,13 - 0,85 mS/cm và 0,12 - 0,63 mS/cm theo thứ tự (Bảng 1).

Bảng 1: Sự biến động EC (mS/cm) trong nước theo thời gian ở khu vực nghiên cứu

| Mẫu nước | Vị trí lấy mẫu | Tháng 7/08 | Tháng 10/08 | Tháng 12/08 |
|-----------------|-------------------------------|------------|-------------|-------------|
| Kênh Minh Hà | Đầu kênh (nhiễm mặn) | 8.02 | 1.96 | 11.00 |
| | Giữa kênh (nhiễm mặn) | 12.02 | 1.62 | 7.61 |
| | Giữa kênh (nhiễm phèn) | 0.52 | 0.59 | 1.30 |
| | Cuối kênh (nhiễm phèn) | 1.36 | 0.44 | - |
| Kênh trong rừng | Kênh 23 (ngoại biên) | 0.85 | 0.29 | 0.61 |
| | Kênh ngang rừng (vùng lõi) | 0.45 | 0.17 | 0.13 |
| | Kênh dọc rừng (vùng lõi) | 0.38 | 0.17 | 0.20 |
| Nước trong rừng | Than bùn mọc (ngoại biên) | 0.18 | 0.13 | 0.45 |
| | Than bùn dày (ngoại biên) | 0.23 | 0.14 | 0.38 |
| | Than bùn dày (vùng lõi) | 0.25 | 0.14 | 0.12 |
| | Than bùn bị cháy (ngoại biên) | 0.22 | 0.13 | 0.40 |
| | Than bùn bị cháy (vùng lõi) | 0.63 | 0.14 | 0.23 |

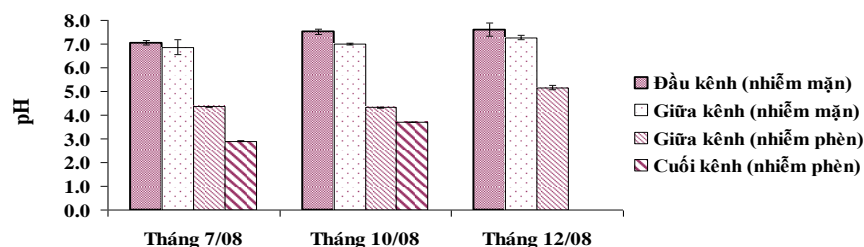
Hàm lượng Fe^{2+} kênh ngoài rừng (kênh Minh Hà) ở khu vực đầu kênh và giữa kênh

nhiễm mặn có sự biến động rất ít hơn so với khu vực nhiễm phèn; ở các kênh trong rừng:

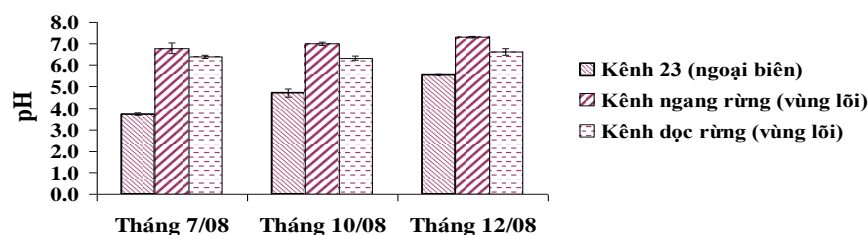
có hàm lượng Fe^{2+} giảm mạnh theo thời gian từ tháng 7/2008 đến tháng 12/2008 do thời gian mưa kéo dài đã làm hòa loãng hàm lượng Fe^{2+} có trong nước. Nước trong rừng ở vùng ngoại biên hàm lượng Fe^{2+} trong nước biến động theo thứ tự sau: than bùn dày (214 - 346 ppm) > than bùn mỏng (34,7 - 140 ppm) > than bùn bị cháy (6,4 - 147 ppm). Ở khu vực rừng

không bị cháy hàm lượng Fe^{2+} đạt cao trong nước kênh và nước trong rừng ở vùng ngoại biên so với vùng lõi. Nhìn chung hàm lượng Fe^{2+} trong nước đạt cao ở đầu mùa mưa vào tháng 7 và giảm dần theo thời gian vào cuối mùa mưa (tháng 12) do sự hòa loãng bởi nước mưa (Hình 7).

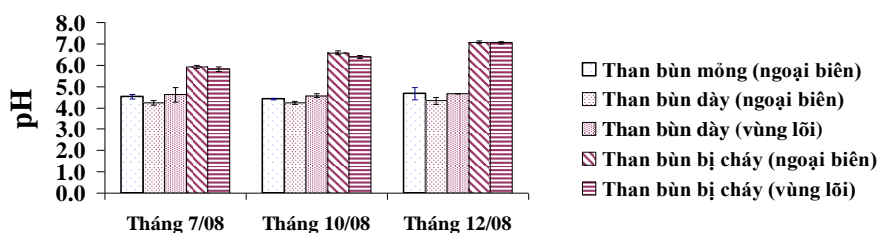
Kênh ngoài rừng (Kênh Minh Hà)



Kênh trong rừng



Nước trong rừng



Hình 6: Sự biến động pH ($\pm SE$) trong nước theo thời gian ở khu vực nghiên cứu

(SE: sai số chuẩn)

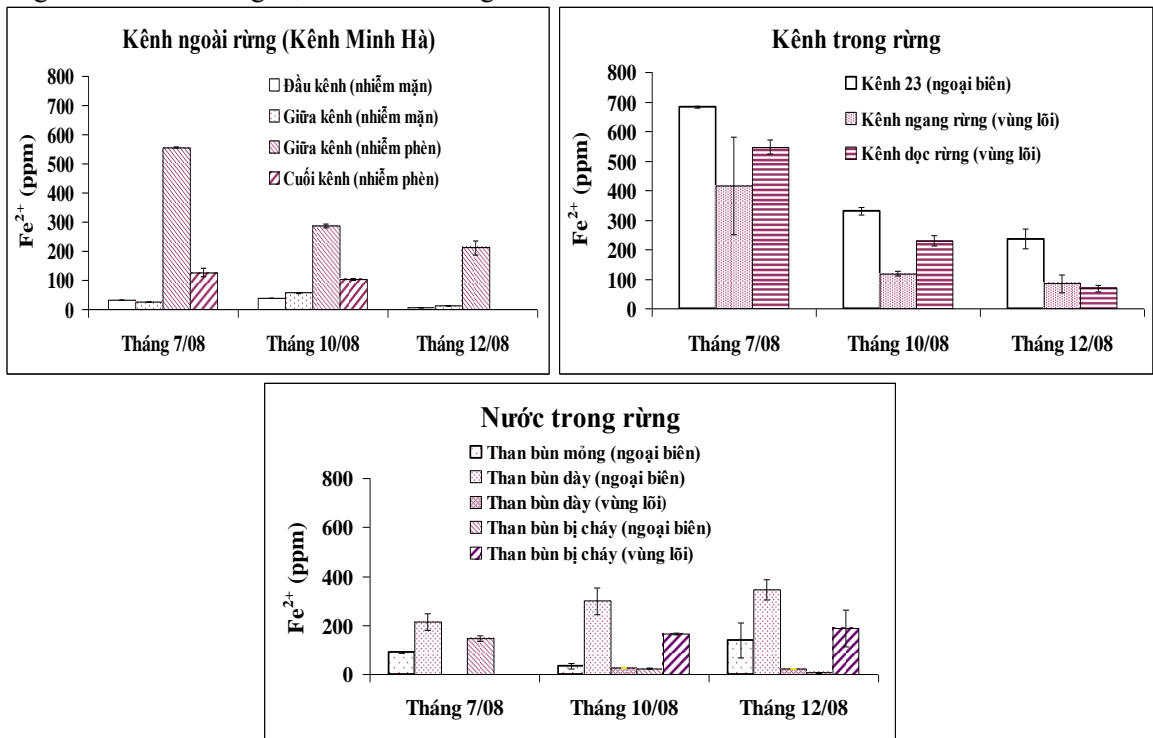
Trên tất cả các kênh khảo sát hàm lượng nhôm hòa tan có khuynh hướng giảm theo thời gian từ tháng 7 đến tháng 12 là do sự hòa loãng của nước mưa. Ở kênh ngoài rừng (kênh Minh Hà), khu vực ảnh hưởng bởi nước phèn, điểm cuối kênh Minh Hà luôn có Al hòa tan đạt cao (3,43 - 5,43 ppm) so với điểm giữa

kênh Minh Hà (0,12 - 2,85 ppm) nguyên nhân là do cuối kênh Minh Hà có pH nước thấp hơn (pH=2,9 - 3,7) so với pH giữa kênh Minh Hà (pH= 4,32 - 5,16). Trong khi đó, hai điểm còn lại do ảnh hưởng của nước biển có pH nước cao (6,87 - 7,61), vì thế không có sự hiện diện của nhôm. Ở các kênh trong rừng trong hệ

thông kênh vùng lõi không có sự hiện diện của Al hòa tan do pH đều ở mức lớn hơn 5,5 (pH=6,3 - 7,3). Ngược lại, kênh vùng ngoại biên (kênh 23) có hàm lượng Al hòa tan giảm (2,6 - 1,4 ppm) theo thời gian 7/2008 đến 12/2008 do ảnh hưởng của sự pha loãng của nước mưa làm pH nước gia tăng (pH=3,72 - 5,56). Hàm lượng Al trong nước trong rừng đều ở mức rất thấp (0,24 - 0,95 ppm), dù pH nước trong rừng than bùn không bị cháy đạt thấp. Điều này có thể do vật liệu than bùn có hàm lượng Al trao đổi thấp và sự liên kết giữa Al và chất hữu cơ trong nước trong rừng đã làm giảm hàm lượng Al^{3+} hòa tan trong nước. Theo thời gian hàm lượng Al giảm dần vào cuối mùa mưa.

Tóm lại, việc giữ nước gần như quanh năm nhằm phòng chống cháy rừng ở vùng lõi có lợi về một số đặc tính hóa học trong nước như tăng pH, giảm EC, giảm hàm lượng độc chất Fe^{2+} , Al^{3+} . Việc giữ nước trong vùng lõi đã làm gia tăng pH nước, giảm hàm lượng Al, Fe trong các kênh. Kết quả nghiên cứu của Trần Nguyễn Hải và *ctv.* (2011) về đặc tính hóa học tầng than bùn ở cùng địa điểm và cùng thời

gian nghiên cứu ở vùng ngoại biên và vùng lõi Vườn quốc gia U Minh Hạ - Cà Mau cũng cho kết quả tương tự: hàm lượng Fe^{2+} , Al^{3+} trong vật liệu than bùn giảm thấp ở vùng lõi thường xuyên bị ngập do giữ nước trong mùa khô so với vùng ngoại biên thoát nước tự nhiên trong mùa khô. Điều này cũng được giải thích là do tác dụng hòa loãng bởi nước mưa và do không bị tác động của sự khuếch tán độc chất từ tầng phèn bên dưới so với tầng than bùn ở vùng ngoại biên có giai đoạn bị oxy hóa do bị khô khi thoát nước trong mùa khô. Tuy nhiên, nếu giữ nước trong thời gian dài có thể ảnh hưởng đến sự phát triển của rừng tràm. Theo Lê Minh Lộc và *ctv.* (2009) trên cả hai loại đất (đất than bùn và đất phèn), tổng sinh khối tươi và khô của rừng tràm từ 5 - 8 - 11 tuổi đều đạt lớn nhất ở độ sâu ngập < 30 cm, thời gian ngập < 4 tháng/năm; kế đến là độ sâu ngập 30 - 60 cm, thời gian ngập từ 4 - 7 tháng/năm; và thấp nhất ở độ sâu ngập > 60 cm, thời gian ngập > 7 tháng/năm. Do đó, cần giữ nước hợp lý để tránh cháy rừng trong mùa khô và không gây ảnh hưởng bất lợi đến sinh trưởng của rừng tràm.



Hình 7: Sự biến động hàm lượng Fe^{2+} (ppm) theo thời gian ở khu vực nghiên cứu

4 KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT

Việc giữ nước trong mùa khô ở khu vực vùng lõi làm tăng pH nước trong kênh, giảm hàm lượng Fe^{2+} , Al^{3+} hòa tan so với khu vực ngoại biên nước thoát tự nhiên. pH nước trong vật liệu than bùn ở cả hai khu vực vùng ngoại biên và vùng lõi đạt tương tự nhau, tuy nhiên pH nước khu vực rừng than bùn bị cháy đạt cao do tình trạng giữ nước trong khu vực. Hàm lượng Fe trong nước kênh và nước trong rừng đạt cao. Tuy nhiên, hàm lượng Al hòa tan đạt thấp trong nước kênh và nước trong rừng. Theo thời gian hàm lượng Fe, Al trong kênh và nước trong rừng có khuynh hướng giảm dần đến cuối mùa mưa do hòa loãng bởi nước mưa, trong khi đó pH nước có khuynh hướng tăng dần.

Biện pháp giữ nước phòng chống cháy rừng có lợi là làm cho pH nước gia tăng, giảm hàm lượng Fe^{2+} và Al^{3+} hoà tan, tuy nhiên cần nghiên cứu thêm các tác hại khác do tình trạng ngập nước kéo dài có thể ảnh hưởng đến sự phát triển của rừng tràm để có biện pháp giữ nước hợp lý, có thể phòng chống cháy rừng trong mùa khô nhưng không gây ảnh hưởng bất lợi đến sinh trưởng của rừng tràm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Mỹ Hoa, Huỳnh Trí Cường, Trần Kim Tính, Võ Thanh Phong, Trần Thị Nhe và Phan Nguyễn Tâm Minh. 2006. Khảo sát hàm lượng Al, As, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn trong các cấp kênh ở các nhóm đất phèn vùng tứ giác Long Xuyên, đồng bằng sông Cửu Long. 2006. Tạp chí Khoa học đất Việt Nam, số 27/2006, trang 110-114.
2. Lê Minh Lộc, Lê Quang Trí, và Võ Thị Guơng, 2009. Ảnh hưởng của độ sâu ngập đến sinh trưởng của rừng tràm trên đất than bùn U Minh Hạ, Cà Mau. Bảo tồn rừng tràm và đất than bùn vùng U Minh Hạ. Cà Mau, NXB Nông nghiệp, Thành phố. Hồ Chí Minh. 178 trang.
3. Trần Nguyễn Hải, Đặng Duy Minh và Nguyễn Mỹ Hoa. 2011. Khảo sát đặc tính hóa học môi trường đất ở vùng ngoại biên và vùng lõi Vườn quốc gia U Minh Hạ-Cà Mau. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, số 18b năm 2011, trang 83-91.